

Requested Patent: JP7248208A

Title: POSITION ADJUSTER ;

Abstracted Patent: JP7248208 ;

Publication Date: 1995-09-26 ;

Inventor(s): KOMATSU KOICHIRO ;

Applicant(s): NIKON CORP ;

Application Number: JP19940040772 19940311 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: G01B11/00; G03B27/53; G03F9/00; H01L21/027 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To effect an accurate positioning with simple constitution even for a wafer in which position detection in LAS method alignment system is difficult.

CONSTITUTION: Diffracted lights L1(+1) and L2(+1) are casted on a grating mark 19X on a wafer 18, a heterodyne beam LC consisting of + or - primary diffracted light from the grating mark 19X is detected by a photoelectrodetector 25C, an envelope line signal SCE is detected by an envelope line detection system 26 from the beat signal SC output from the photoelectrodetector 25C, and the coordinates of the middle point of the envelope line signal SCE is obtained to roughly perform alignment. Then the phase of the beat SC is detected by using a phase detection system 15 to effect fine alignment.

*2 gratings
frequencies*

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-248208

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/00	G			
G 0 3 B 27/53				
G 0 3 F 9/00	H			
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 2 0 A
		7352-4M		5 2 5 L
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-40772

(22) 出願日 平成6年(1994)3月11日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 小松 宏一郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

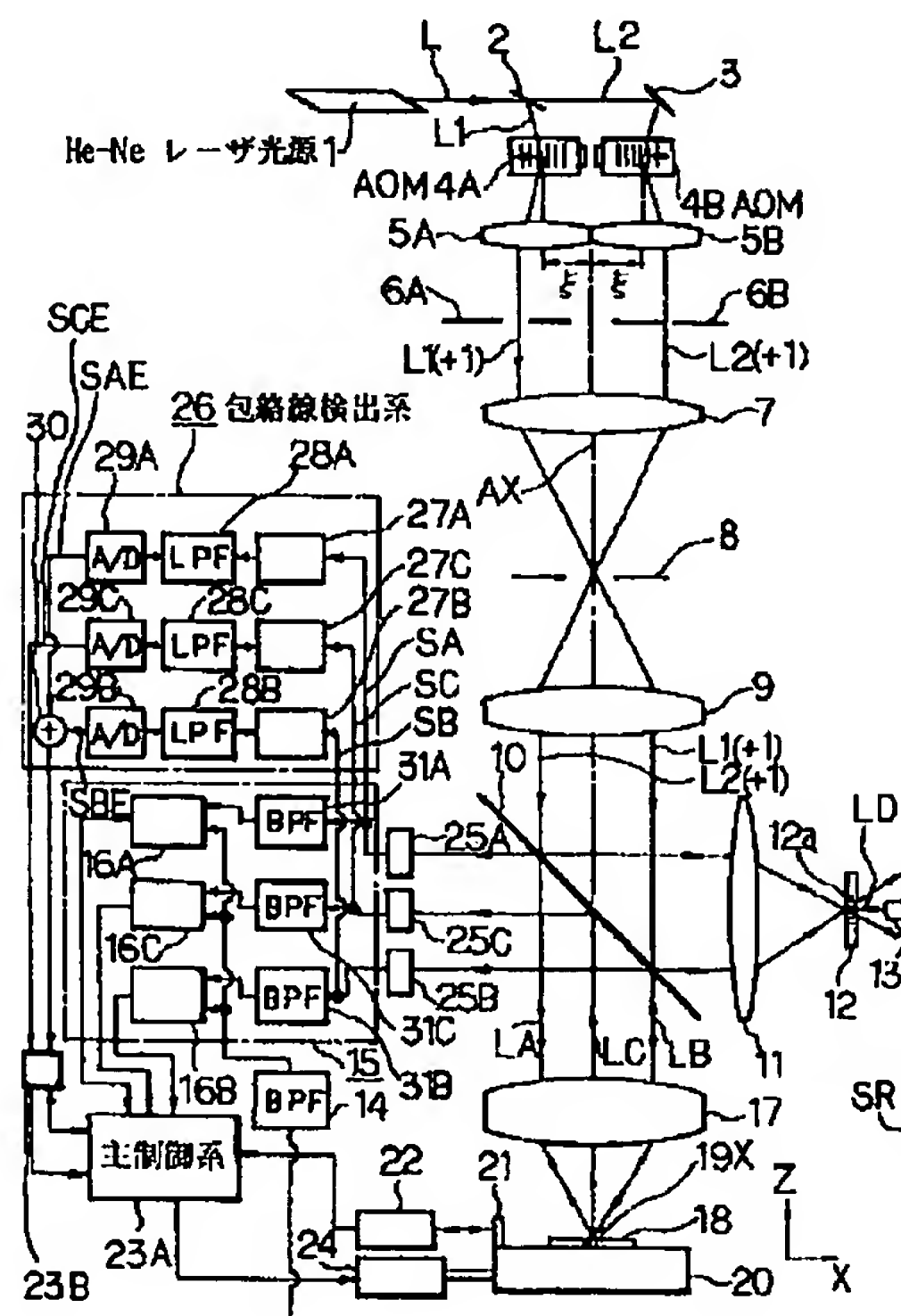
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 位置合わせ装置

(57) 【要約】

【目的】 LSA方式のアライメント系では位置検出が困難なウエハに対しても、簡略な構成で高精度に位置合わせを行う。

【構成】 ウエハ18上の回折格子マーク19Xに回折光L1(+1)及びL2(+1)を照射し、回折格子マーク19Xからの±1次回折光からなるヘテロダインビームLCを光電検出器25Cで検出し、光電検出器25Cから出力されたビート信号SCから包絡線検出系26により包絡線信号SCEを検出し、包絡線信号SCEの midpointの座標を求めてラフアライメントを行う。その後、位相検出系15を用いてビートSCの位相を検出してファインのアライメントを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検物上に所定の計測方向に沿って所定ピッチで設けられた回折格子状マークを所望の位置に設定するための装置において、

互いに可干渉で周波数が異なる第 1 及び第 2 光束を前記被検物上の前記回折格子状マークに所定の交差角で照射することにより、前記回折格子状マークから 1 対又は複数対のそれぞれ同一方向に進む光束を発生させる照射光学系と、

前記回折格子状マークから同一方向に発生する光束の少なくとも 1 対を光電変換してビート信号を生成する光電検出手段と、

前記照射光学系から前記被検物上に照射される前記第 1 及び第 2 光束と前記被検物とを相対的に移動させる相対走査手段と、

前記光電検出手段から出力されるビート信号の包絡線を検出する包絡線検出手段と、

前記相対走査手段により前記第 1 及び第 2 光束と前記被検物とを相対的に移動させた場合に、前記包絡線検出手段により検出される包絡線のレベルが所定の閾値レベルとなる位置に基づいて、前記回折格子状マークの粗い位置を検出する粗位置検出手段と、

該粗位置検出手段からの出力に基づいて前記相対走査手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項 2】 前記光電検出手段から出力されるビート信号の位相を検出する位相検出手段を設け、

前記制御手段は、前記粗位置検出手段からの出力に基づいて前記相対走査手段を制御して、前記回折格子状マークの位置を粗調整した後、前記位相検出手段からの出力に基づいて前記相対走査手段を制御し、前記回折格子状マークの位置を微調整することを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項 3】 前記回折格子状マークからそれぞれ同一方向に進む 1 対又は複数対の光束は、前記第 1 光束の -1 次光及び前記第 2 光束の +1 次光よりなる 1 対の光束、前記第 1 光束の 0 次光及び前記第 2 光束の +2 次光よりなる 1 対の光束、並びに前記第 1 光束の -2 次光及び前記第 2 光束の 0 次光よりなる 1 対の光束であり、前記包絡線検出手段では、前記 3 対の光束を光電変換して得られる 3 個のビート信号のそれぞれの包絡線を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の位置合わせ装置。

【請求項 4】 前記相対走査手段による移動方向は、前記所定の計測方向に平行であることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の位置合わせ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2 光束ヘテロダイン干渉方式の位置合わせ装置に関し、特に半導体素子又は液

晶表示素子等を製造するための露光装置において感光性の基板又はマスクの位置合わせを行うアライメント装置に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体素子又は液晶表示素子等の微細パターンを半導体ウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、一例として「ウエハ」を用いる）上に形成するために、フォトマスク又はレチクル（以下、一例として「レチクル」を用いる）のパターンをフォトレジストが塗布されたウエハ上に転写する露光装置が使用されている。一般に半導体素子等はウエハ上に多数層の回路パターンを積み重ねて形成されるため、露光装置には、ウエハ上に既に形成されている回路パターンとこれから露光するレチクルのパターンとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行うためのアライメント装置が設けられている。最近では、LSI 等の半導体素子等の集積度が益々高まっており、アライメント装置においても、より高精度に位置合わせを行うことが求められている。

【0003】 従来のアライメント装置として、例えば特開平 2-272305 号公報、又は特開平 2-283011 号公報において、レーザ・ステップ・アライメント方式（以下、「LSA 方式」という）のアライメント系と、2 光束ヘテロダイン干渉方式のアライメント系とを組み合わせた装置が提案されている。LSA 方式のアライメント系については、特開昭 60-130742 号公報でも単独で開示されている。

【0004】 先ず、LSA 方式のアライメント系では、図 12 に示すように、ウエハ上に計測方向（これを X 方向とする）に対して垂直な Y 方向（非計測方向）に所定ピッチで配列されたドットパターン列からなるウエハマーク（アライメントマーク）41X と、アライメント系からウエハ上に照射された Y 方向に細長いスポット光 42X とを相対的に走査する。そして、ウエハマーク 41X とスポット光 42X とが合致したときに、ウエハマーク 41X から所定の方向に発生する回折光を検出し、例えばその回折光の強度がピークとなる位置をウエハマーク 41X の位置として検出し、ウエハマーク 41X の位置を所望の位置に設定する。即ち、この LSA 方式では、サーチ範囲が広がっている。

【0005】 一方、2 光束ヘテロダイン干渉方式のアライメント系においては、He-Ne レーザ光源等のコヒーレント光源からの光ビームを 2 分割し、この 2 光束をそれぞれ音響光学変調素子で周波数変調して所定の周波数差を与える。そして、図 13 に示すように、そのように所定の周波数差を付与した 2 光束 44 及び 45 を、ウエハ上で X 方向にピッチ P で形成されたウエハマークとしての回折格子マーク 43X 上に所定の交差角で照射する。そして、回折格子マーク 43X から同一方向に発生する 1 対の回折光、即ち光束 44 の +1 次光 46 及び光束 45 の -1 次光 47 の干渉光（ヘテロダインビーム）

を光電変換することにより、その所定の周波数差を周波数とするウエハ側の干渉ビート信号を生成し、例えば別途検出されている参照信号とそのウエハ側の干渉ビート信号との位相差より、回折格子マーク43Xの位置を検出する。この場合、回折格子マーク43XはX方向にピッチPで形成されているため、X方向で $\pm P/2$ を超える範囲では位置を特定できなくなる。即ち、2光束ヘテロダイン干渉方式は、高精度であるが、サーチ範囲が狭くなっている。

【0006】そこで、従来はLSA方式と、2光束ヘテロダイン干渉方式とを組合せ、サーチ範囲の広いLSA方式のアライメント系によりウエハの粗アライメント（粗い位置合わせ）を行い、高精度でサーチ範囲の狭い2光束ヘテロダイン干渉方式のアライメント系によりファインのアライメントを行っていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように従来のアライメント装置では、LSA方式のアライメント系と、2光束ヘテロダイン干渉方式のアライメント系とが併用されていたため、アライメント装置が複雑で且つ大型であるという不都合があった。また、一般にウエハマーク41X及び回折格子マーク43Xは、ウエハ上に凹凸パターンとして形成されているが、LSA方式のアライメント系では、ウエハ表面の荒れが大きい場合、又はウエハマーク41Xの段差が低い場合に回折光の強度が低下して、粗アライメントで必要な位置決め精度が得られない恐れがあった。この場合に更に2光束ヘテロダイン干渉方式でファインのアライメントを行うと、本来の位置から回折格子マーク43XのピッチPだけずれた位置に位置合わせが行われ、最終的に製造される半導体素子等の歩留りが低下する恐れがあるという不都合があった。

【0008】本発明は斯かる点に鑑み、LSA方式のアライメント系では位置検出が困難なウエハに対しても、簡略な構成で高精度に位置合わせを行うことができる位置合わせ装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による位置合わせ装置は、例えば図1～図3に示すように、被検物（18）上に所定の計測方向に沿って所定ピッチで設けられた回折格子状マーク（19X）を所望の位置に設定するための装置において、互いに可干渉で周波数が異なる第1及び第2光束（L1(+1), L2(+1))を被検物（18）上の回折格子状マーク（19X）に所定の交差角で照射することにより、その回折格子状マークから1対又は複数対のそれぞれ同一方向に進む光束（LA, LB, LC）を発生させる照射光学系（1～9, 17）と、回折格子状マーク（19X）から同一方向に発生する光束の少なくとも1対を光電変換してビート信号（SC）を生成する光電検出手段（25C）とを有する。

【0010】更に本発明は、その照射光学系から被検物（18）上に照射される第1及び第2光束と被検物（19）とを相対的に移動させる相対走査手段（20, 24）と、光電検出手段（25C）から出力されるビート信号の包絡線を検出する包絡線検出手段（26）と、その相対走査手段によりそれら第1及び第2光束と被検物（18）とを相対的に移動させた場合に、包絡線検出手段（26）により検出される包絡線のレベルが所定の閾値レベルとなる位置に基づいて、回折格子状マーク（19X）の粗い位置を検出する粗位置検出手段（23B）と、この粗位置検出手段からの出力に基づいてその相対走査手段を制御する制御手段（23A）とを有するものである。

【0011】この場合、光電検出手段（25C）から出力されるビート信号の位相を検出する位相検出手段（15）を設け、制御手段（23A）は、粗位置検出手段（23B）からの出力に基づいて相対走査手段（20, 24）を制御して、回折格子状マーク（19X）の位置を粗調整（粗アライメント）した後、位相検出手段（15）からの出力に基づいて相対走査手段（20, 24）を制御して回折格子状マーク（19）の位置を微調整（ファインのアライメント）することが望ましい。

【0012】また、回折格子状マーク（19X）からそれぞれ同一方向に進む1対又は複数対の光束の例は、その第1光束の-1次光（L1(+1, -1))及びその第2光束の+1次光（L2(+1, +1))よりなる1対の光束（LC）、その第1光束の0次光（L1(+1, 0))及びその第2光束の+2次光（L2(+1, +2))よりなる1対の光束（LA）、並びにその第1光束の-2次光（L1(+1, -2))及びその第2光束の0次光（L2(+1, 0))よりなる1対の光束（LB）であり、この場合、包絡線検出手段（26）では、それら3対の光束を光電変換して得られる3個のビート信号（SA～SC）のそれぞれの包絡線を検出することが望ましい。

【0013】更に、相対走査手段（20, 24）による移動方向の一例は、その所定の計測方向に平行な方向である。

【0014】

【作用】斯かる本発明によれば、被検物上に照射される2光束の照射領域を図4（a）の領域（35X）とすると、照射領域（35X）にはヘテロダイン干渉により流れるように強度分布が変化する干渉縞が形成される。照射領域（35X）に対して相対走査手段を介して、図4（b）～（g）に示すように回折格子状マーク（19X）をX方向に走査すると、照射領域（35X）と回折格子状マーク（19X）とが重なっている領域でのみ各方向に平行に1対又は複数対の回折光（LA～LC）が発生すると共に、これら1対又は複数対の回折光（LA～LC）はそれぞれ所定の周波数差を有するヘテロダインビームである。

【0015】そこで、例えばその内の1対の回折光(LC)を光電検出手段(25C)により光電変換すると、図5に示すように回折格子状マーク(19X)の位置Xに応じて振幅が変化するビート信号(SC)が得られる。このビート信号(SC)を包絡線検出手段(26)に供給すると、図6に示すようにビート信号(SC)の包絡線に対応する信号(SCE)が得られる。次に、粗位置検出手段(23B)において、その信号(SCE)が例えば所定の閾値レベル(Ath)を横切る点xB及びxEの中点xCを求め、その位置xCを基準として位置合わせを行う。

【0016】この場合、先ず所定の周波数のビート信号(SC)を検出するようにしているため、光強度そのものを検出するLSA方式に比べて迷光の影響を受けにくい。また、粗位置検出手段(23B)では広いサーチ範囲で回折格子状マーク(29X)の位置を検出できる。次に、更に光電検出手段(25C)から出力されるビート信号(SC)の位相を検出する位相検出手段(15)を設けた場合、回折格子状マーク(29X)のピッチをPとして、位相検出手段(15)では計測方向に対して例えば $\pm P/2$ の範囲内でその回折格子状マーク(29X)の位置を高精度に検出できる。

【0017】そこで、制御手段(23A)は、粗位置検出手段(23B)からの出力に基づいて相対走査手段(20, 24)を制御して、回折格子状マーク(19X)の位置を計測方向に対して例えば $\pm P/2$ の精度でブリアライメントした後、位相検出手段(15)からの出力に基づいて相対走査手段(20, 24)を制御して回折格子状マーク(19)の位置のファインのアライメントを行う。これにより、2光束ヘテロダイン干渉方式の
30 アライメント系を使用するだけで、ブリアライメント及びファインのアライメントの両方を行うことができる。

【0018】次に、回折格子状マーク(19X)からそれぞれ同一方向に進む1対又は複数対の光束が、その第1光束の-1次光(L1(+1, -1))及びその第2光束の+1次光(L2(+1, +1))よりなる1対の光束(LC)、その第1光束の0次光(L1(+1, 0))及びその第2光束の+2次光(L2(+1, +2))よりなる1対の光束(LA)、並びにその第1光束の-2次光(L1(+1, -2))及びその
40 第2光束の0次光(L2(+1, 0))よりなる1対の光束(LB)である場合、回折格子状マーク(19X)の段差等の条件が変化しても、殆どの場合、 ± 1 次光又は ± 2 次光の少なくとも一方の強度は強い。そこで、それら3対の光束を検出することにより、常に高精度に位置検出を行える。

【0019】更に、図2に示すように、被検物上の回折格子状マーク(19X)の計測方向(ピッチ方向)をX方向とすると、制御手段(23A)は相対走査手段(20, 24)を介して、被検物上の2光束の照射領域(3

5 X)と回折格子状マーク(19X)とをX方向に相対的に走査して位置合わせを行う。また、X方向に垂直なY方向(非計測方向)の位置合わせは、Y方向に所定ピッチで形成された回折格子状マーク(19Y)に基づいて行われる。但し、X方向に所定ピッチで形成された回折格子状マーク(19X)と、被検物上の2光束の照射領域(36X)とをY方向に相対的に走査して、得られるビート信号の包絡線が最大となる位置を検出することにより、回折格子状マーク(19X)のY方向の粗い位置を検出するようにしてもよい。

【0020】

【実施例】以下、本発明による位置合わせ装置の一実施例につき図1～図10を参照して説明する。図1は、本例の位置合わせ装置が適用された露光装置の要部を示し、この図1において、He-Neレーザ光源1から射出された波長 λ の光束Lがハーフミラー2でほぼ同じ光量の第1の光束L1及び第2の光束L2に分割される。波長 λ は633nmである。波長 λ の光束Lは、ウエハ上に塗布されたフォトリソ層への感光性が弱い光であることが望ましく、例えば半導体レーザ素子から射出される例えば780nm又は690nm等の波長の光束を使用してもよい。

【0021】それら2光束の内、第1の光束L1は、所定の入射角 θ_{i1} で第1の音響光学変調素子(以下、「AOM」という)4Aに入射し、第2の光束L2は、ミラー3に反射されて第1の光束L1と対称に入射角 θ_{i1} で第2のAOM4Bに入射する。第1のAOM4A及び第2のAOM4Bは、それぞれ後述のリレーンズ7及び9の光軸AXに関して光学的に対称に配置されている。このときの入射角 θ_{i1} は、波長 λ の光に対してできるだけブラッグ回折による1次回折光の回折効率が良くなる角度に設定することが望ましい。また、AOM4A及び4Bには、それぞれ光軸AXに対して内側に、トランスデューサを取り付け、それぞれのトランスデューサを互いに僅かに異なる周波数 f_1 及び f_2 ($< f_1$)で駆動する。これにより、AOM4A及び4B内にそれぞれ超音波による粗密波が生成される。AOM4A及び4B内の超音波の粗密波のピッチ(波長)をそれぞれ Λ_1 及び Λ_2 として、AOM4A及び4B内の超音波の速度を v とすると、それぞれ次の関係が成り立つ。

【0022】

$$\text{【数1】 } \Lambda_1 = v / f_1, \quad \Lambda_2 = v / f_2$$

本例の超音波の周波数 f_1, f_2 は互いに僅かに異なるだけであるとする、($\Lambda_1 \approx \Lambda_2$)が成り立つ。そこで、ピッチ Λ_1 及び Λ_2 を次のように共通のピッチ Λ で近似する。

【0023】

$$\text{【数2】 } \Lambda_1 \approx \Lambda, \quad \Lambda_2 \approx \Lambda$$

その第1のAOM4A内の超音波の粗密波により回折される光は周波数変調を受け、焦点距離 F_2 の第1のリレ

ーレンズ5Aにより共通リレーレンズ7の瞳面（フーリエ変換面）にリレーされる。その途中の光路に第1の空間フィルター6Aを配設し、空間フィルター6Aにより+1次回折光以外の不用な回折光を遮断する。空間フィルター6Aを通過した+1次回折光L1(+1)は、焦点距離F₁の共通リレーレンズ7に向かう。

【0024】この際に、リレーレンズ5Aの光軸上に、第1のAOM4A内で入射光束が回折される点があるものとして、リレーレンズ5Aの光軸と共通リレーレンズ7の光軸AXとの間には、所定のオフセットξが与えられている。即ち、空間フィルター6Aを通過した回折光L1(+1)のリレーレンズ7の瞳面上での位置にはそのオフセットξが加えられている。そのオフセットξは、リレーレンズ5Aの焦点距離F₂と第1のAOM4Aへの入射角θ₁₀とから、次のように表すことができる。

【0025】

$$\text{【数3】 } \xi = F_2 \cdot \sin \theta_{10}$$

一方、第2のAOM4B内の超音波の粗密波により回折される光も周波数変調を受け、焦点距離F₂の第2のリレーレンズ10Bにより共通リレーレンズ7の瞳面にリレーされる。その途中の光路にも、+1次回折光以外の不用な回折光を遮断する第2の空間フィルター6Bを配設する。空間フィルター6Bを通過した+1次回折光L2(+1)は、共通リレーレンズ7に向かう。この際に、リレーレンズ5Bの光軸上に、第2のAOM4B内で入射光束が回折される点があるものとして、リレーレンズ5Bの光軸と共通リレーレンズ7の光軸との間にも、

(3)式で表されるオフセットξを与える。

【0026】共通リレーレンズ7から射出された回折光L1(+1)及びL2(+1)は、視野絞り8の開口内で交差した後、焦点距離F₃の第2の対物レンズ9を介して平行に送受光分離プリズム10（図1ではビームスプリッターの形状で表してある）に入射し、送受光分離プリズム10で反射された回折光が集光レンズ11を介して参照格子板12上の回折格子12a上に所定の交差角で照射される。それら2つの回折光の参照格子板12に対する入射角は、回折格子12aからの回折光L1(+1)の-1次回折光、及び回折光L2(+1)の+1次回折光が回折格子12aに対して垂直方向に平行に射出されるように設定されている。これら1対の±1次回折光よりなるヘテロダインビームLDのみをフォトダイオード等の光電検出器13で受光し、光電検出器13から出力される周波数(f₁ - f₂)の参照ビート信号SRを、通過帯域の中心周波数が(f₁ - f₂)のバンドパスフィルタ回路(BPF)14を介して位相検出系15に供給する。参照ビート信号SRの位相がウエハ20の位置検出の基準となる。

【0027】さて、送受光分離プリズム10を透過した回折光L1(+1)及びL2(+1)は、焦点距離F₄の第1の対物レンズ17に入射する。対物レンズ13に入射した

回折光L1(+1)及び回折光L2(+1)は、それぞれ屈折作用を受け、被検物であるウエハ18上に設けられたウエハマークとしてのX方向にピッチPの回折格子マーク19Xに対して、光軸AXに関してほぼ軸対称に入射する。回折格子マーク19Xのピッチ方向、即ち計測方向をX方向とする。そのようにAOM4A、4B内の対称な回折領域で回折された光束を、回折格子マーク19X上の同一点に照射するためには、AOM4A、4Bの回折領域（超音波の形成領域）とウエハ18の露光面とを共役にすれば良い。そのため、第1のAOM4Aの回折領域とウエハ18の露光面とを、リレーレンズ5A、共通リレーレンズ7、第2の対物レンズ9、及び第1の対物レンズ17に関して共役に配置し、第2のAOM4Bの回折領域とウエハ18の露光面とを、リレーレンズ4B、共通リレーレンズ7、第2の対物レンズ9、及び第1の対物レンズ17に関して共役に配置する。更に、視野絞り8の配置面はウエハ18の露光面と共役である。

【0028】この場合、リレーレンズ5A、5Bの焦点距離F₂、共通リレーレンズ7の焦点距離F₁、第2の対物レンズ9の焦点距離F₃、及び対物レンズ13の焦点距離F₄を用いると、AOM4A、4Bの回折領域からウエハ18の露光面への角倍率γは(F₁/F₂)(F₄/F₃)である。更に本例では、波長λの回折光L1(+1)及びL2(+1)の回折格子マーク19Xに対する入射角を、それぞれの-1次回折光L1(+1, -1)及び+1次回折光L2(+1, +1)が回折格子マーク19Xから垂直上方に射出されるように設定する。そのための角倍率γの条件を求めるために、波長λの光束が入射角θ₁₀でAOM4A、4Bに入射するときの回折角をθ₁とすると、次式が成立する。

【0029】

$$\text{【数4】 } \sin \theta_{10} + \sin \theta_1 = \lambda / \Lambda$$

また、波長λの2つ光束が入射角φ₁及び入射角-φ₁でピッチPの回折格子マーク19Xに入射したときに、回折格子マーク19Xから垂直上方に±1次回折光が射出される条件は、次の通りである。

【0030】

$$\text{【数5】 } \sin \phi_1 = \lambda / P$$

この場合、本例ではAOM4A、4Bの回折領域にオフセットξが与えられているため、回折角θ₁と入射角φ₁との間には次の関係がある。

【0031】

$$\text{【数6】 } \sin \phi_1 = \{ (\xi + F_2 \cdot \sin \theta_{10}) / F_1 \} (F_3 / F_4)$$

$$= (F_2 / F_1) (\sin \theta_{10} + \sin \theta_1) (F_3 / F_4)$$

$$= (F_2 / F_1) (F_3 / F_4) (\lambda / \Lambda)$$

この(数6)の導出過程で、(数3)及び(数4)を使用した。そして、(数6)を(数5)と比較することにより、次式が得られる。

【0032】

【数7】 $\gamma = (F_1 / F_2) (F_4 / F_3) = P / \Lambda$

即ち、角倍率 γ は、回折格子マーク19XのピッチPとAOM4A、4B内の超音波のピッチ Λ との比の値に等しく設定すれば良い。言い換えると、AOM4A、4B内の超音波のウエハ18の露光面での共役像のピッチ $(= (F_1 / F_2) \cdot (F_4 / F_3) \Lambda)$ は、回折格子マーク19XのピッチPと等しい。

【0033】なお、上述の説明を一般化して、回折格子マーク19Xから垂直上方に射出する $\pm n$ 次回折光 ($n = 1, 2, 3, \dots$) を使用するものとする、角倍率 γ の条件は次のようになる。

【0034】

【数8】

$\gamma = (F_1 / F_2) (F_4 / F_3) = P / (n \cdot \Lambda)$

【0035】次に、図3は、第1の対物レンズ17付近の拡大図であり、この図3に示すように本実施例では、回折格子マーク19Xに対して垂直上方に、回折光L1(+1)の-1次回折光L1(+1,-1)及び回折光L2(+1)の+1次回折光L2(+1,+1)よりなるヘテロダインビームLCが射出されるように、第1の対物レンズ17に入射する回折光L1(+1)及びL2(+1)の間隔Dが設定されている。この場合、更に回折光L1(+1)の入射方向に平行で且つ逆方向に、回折光L1(+1)の-2次回折光L1(+1,-2)及び回折光L2(+1)の0次光L2(+1,0)よりなるヘテロダインビームLBが射出され、回折光L2(+1)の入射方向に平行で且つ逆方向に、回折光L1(+1)の0次光L1(+1,0)及び回折光L2(+1)の+2次回折光L2(+1,+2)よりなるヘテロダインビームLCが射出される。

【0036】そして、これら3対のヘテロダインビームLA~LCは第1の対物レンズ17を経てほぼ平行に送受光分離プリズム10に入射し、送受光分離プリズム10で反射されたヘテロダインビームLA、LB及びLCがそれぞれフォトダイオード等からなる光電検出器25A、25B及び25Cに入射する。これら光電検出器25A~25Cの受光面は、第1の対物レンズ17の瞳面(ウエハ18のフーリエ変換面)又はその瞳面と共役な面上に設置され、光電検出器25A~25CはそれぞれヘテロダインビームLA~LCを光電変換して周波数がほぼ $(f_1 - f_2)$ のビート信号SA~SCを出力する。

【0037】図1に戻り、本実施例のウエハ18は、ウエハステージ20上に保持され、ウエハステージ20の上方には、不図示であるがレチクル及びこのレチクルのパターンをウエハ18上に投影露光する投影光学系等が配置されている。また、ウエハステージ20は、共通リレーレンズ7及び8の光軸AXに平行なZ方向にウエハ18を位置決めするZステージ、その光軸AXに垂直な平面内で図1に紙面に平行なX方向とこのX方向に垂直なY方向とにウエハ18を移動させるXYステージ等から構成されている。その光軸AXは不図示の投影光学系の光軸と平行である。

【0038】また、ウエハステージ20上にはL字型の移動鏡21が固定され、外部に設置されたX軸及びY軸のレーザ干渉計22と移動鏡21とにより、ウエハステージ20のX座標及びY座標が常時計測され、計測された座標が主制御系23Aに供給されている。主制御系23Aは、供給された座標に基づいてウエハステージ駆動系24を介してウエハステージ20の移動座標を制御する。

【0039】次に、本実施例の信号処理系につき説明する。本実施例の信号処理系は大きく分けて位相検出系15、及び包絡線検出系26に分かれ、位相検出系15では参照ビート信号SRの位相に対するビート信号SA~SCの位相のずれ量を検出し、包絡線検出系26ではビート信号SA~SCの包絡線の振幅(レベル)を検出する。具体的に、位相検出系15において、ビート信号SA~SCをそれぞれ通過帯域の中心周波数が $(f_1 - f_2)$ のバンドパスフィルタ回路(BPF)31A~31Cに供給し、バンドパスフィルタ回路31A~31Cで不要な直流成分等を除去して得られた出力信号をそれぞれ位相比較器16A~16Cの比較対象の入力端子に供給し、位相比較器16A~16Cの基準信号の入力端子に、バンドパスフィルタ回路14を介した参照ビート信号SRを供給する。

【0040】そして、位相比較器16A~16Cではそれぞれ参照ビート信号SRの位相を基準として、ビート信号SA~SCの位相のずれ量を求めて主制御系23Aに供給する。主制御系23Aでは、それら位相のずれ量から回折格子マーク19Xの基準位置にたいするX方向へのずれ量を算出し、ファインのアライメント時にはそのずれ量が所定の許容範囲内に収まるように、ウエハステージ20を駆動してウエハ18の位置の微調整を行う。

【0041】この際、位置ずれ量には、 ± 1 次回折光よりなるヘテロダインビームLCでの位置ずれ量、0次光と+2次回折光とよりなるヘテロダインビームLAでの位置ずれ量、及び0次光と-2次回折光とよりなるヘテロダインビームLBでの位置ずれ量の3つがある。そこで、例えば3つの平均値を位置ずれ量とするか、又はビート信号SA~SCの内のSN比が高い信号に対応する位置ずれ量を採用する等の方法を採用する。

【0042】この場合、異なる次数の回折光ではそれぞれウエハ18からの射出角が異なっているため、ウエハ18上にフォトレジストが塗布されている場合に、仮に ± 1 次回折光がフォトレジストの薄膜干渉により弱くなっても、他の次数の回折光は必ずしもフォトレジストの薄膜干渉により弱くならない。また、回折格子マーク19Xはウエハ18上に凹凸のパターンで形成されているが、仮に ± 1 次回折光が凹部の反射光と凸部の反射光との干渉により弱くなっても、他の次数の回折光は必ずしも弱くならない。従って、回折格子マーク19Xの段差

やフォトレジストの膜厚に依らずに、常に高いSN比で高精度にウエハ18（回折格子マーク19X）の位置検出を行うことができる。

【0043】また、包絡線検出系26において、ビート信号SA～SCをそれぞれ出力側に整流回路を有するACカップリング回路27A～27Cを介して、ローパスフィルタ回路（LPF）28A～28Cに供給する。ACカップリング回路27A～27Bは、直流成分を阻止すると共に、 $(f_1 - f_2)$ の数分の1程度のカットオフ周波数 f_H 以上の信号を通過させる回路であり、ハイパスフィルタ回路で代用してもよい回路である。更に、ローパスフィルタ回路28A～28Cの上限のカットオフ周波数 f_L は、ACカップリング回路27A～27Cのカットオフ周波数 f_H より多少高く設定されている。本実施例では、ACカップリング回路27A～27Cによりビート信号SA～SCの直流成分を除去し、ローパスフィルタ回路28A～28Cによりそれぞれビート信号SA～SCの交流成分の包絡線信号を抽出する。

【0044】ローパスフィルタ回路28A～28Cから出力される包絡線信号をそれぞれアナログ／デジタル（A/D）変換器29A～29Cに供給し、A/D変換器29A及び29Bから出力される包絡線信号SAE及びSBEを加算器30で加算して得た信号を粗位置検出系23Bに供給し、A/D変換器29Cから出力される包絡線信号SCEを粗位置検出系23Bに供給する。粗位置検出系23Bでは、供給される包絡線信号に基づいて、回折格子マーク19XのX方向の粗い位置を算出して主制御系23Aに供給する。主制御系23Aは、供給されたその粗い位置に基づいてウエハ18のプリアライメントを行う。

【0045】なお、図1の位置合わせ装置は、ウエハ18をX方向にアライメントするための装置であり、ウエハ18をY方向にアライメントするための装置も別途設けられている。図2は、本実施例のウエハ18上のショット領域の配列の一部を示す拡大図であり、この図2において、ショット領域32とY方向に隣接するショット領域33との間の領域（ストリートライン）にX方向にピッチPで回折格子マーク19Xが形成されている。また、ショット領域32とX方向に隣接するショット領域34との間の領域にもY方向にピッチPで回折格子マーク19Yが形成されている。そして、図1のX軸用の位置合わせ装置により回折格子マーク19Xの中心のX座標を検出し、不図示のY軸用の位置合わせ装置により回折格子マーク19Yの中心のY座標を検出し、これら検出されたX座標及びY座標に基づいてショット領域32をレチクルパターンの露光フィールドに設定して露光を行う。

【0046】次に、本実施例におけるプリアライメントのシーケンスにつき説明する。先ず、図1のウエハステージ20を駆動して、図2に示すようにウエハ18上の

回折格子マーク19Xの近傍の照射領域35Xに、回折光L1(+1)及びL2(+1)よりなる光束を落射させる。その後、ウエハステージ20を介して回折格子マーク19Xを照射領域35Xに対してX方向に走査する。

【0047】図4を参照してそのときの様子を説明する。図4（a）に示すように、ウエハ上の照射領域35XではX方向に流れる干渉縞が形成されるため、照度分布は正弦波状の波形37がX方向に移動する分布となる。その干渉縞の移動の速さは、照射される2光束のビート周波数に干渉縞のピッチをかけた速さである。その照射領域35Xに、回折格子マーク19Xが走査される様子を図4（b）～（g）に示す。これらの場合の回折格子マーク19XのX座標は、図1のウエハステージ20のX座標である。

【0048】そして、回折格子マーク19Xが照射領域35Xにかかり始めると（図4（b）のX座標が x_1 の状態）、回折格子マーク19Xにより回折された光が検出され始める。更に、回折格子マーク19Xが照射領域35Xに広く重なると、検出される回折光の光量が増加し、光電変換されたビート信号の振幅が大きくなっていく（図4（c）のX座標が x_2 の状態）。また、照射領域35Xより回折格子マーク19Xの方がX方向に広い場合には、照射領域35Xが回折格子マーク19X内に完全に入ると（図4（d）～（e）のX座標が $x_3 \sim x_4$ の状態）、検出されるビート信号の振幅はもはや増加せず一定の値をとる。更に、回折格子マーク19Xが移動して、このマークの反対側が照射領域35Xから外れ始めると、ビート信号の振幅は減少を始め（図4（f）のX座標が x_5 の状態）、最終的に回折格子マーク19Xと照射領域35Xとの重複領域が無くなると（図4（f）のX座標が x_6 の状態）と、検出されるビート信号の振幅は0となる。

【0049】図5は、図4に示すように回折格子マーク19Xを走査したときに得られるビート信号SC（ここでは一例として、 ± 1 次回折光のビート信号を使用する）を示し、この図5において、横軸のX座標の値は回折格子マーク19Xを走査した場合のウエハステージ20のX座標を示している。本実施例では、図1の包絡線検出系26により、ビート信号SCにほぼ外接する点線で示す包絡線信号SCEを検出し、粗位置検出系23Bにおいて、その包絡線信号SCEの中心（対称中心等）のX座標を求め、その中心を照射領域35XのX方向の中心に設定する。これによりプリアライメントが終了する。

【0050】その後、図1の位相検出系15において、参照ビート信号SRに対するビート信号SCの位相ずれを検出し、主制御系23Aではこの位相ずれが所定の値になるときのウエハステージ20のX座標を高精度に検出する。このX座標に基づいて図2のショット領域32が露光フィールドに設定される。これでファインのアラ

イメントが終了する。なお、本実施例は、オフ・アクシス方式で回折格子マーク19Xの計測位置と露光位置とが異なるため、計測後にウエハ18を露光位置に移動させているが、本発明をTTR（スルー・ザ・レチクル）方式のアライメント装置に適用した場合には、計測位置が露光位置となる。そこで、TTR方式では、プリアライメント終了後に、位相検出系15により検出されたビート信号SCの位相ずれが所定値になるように、サーボ方式でウエハステージ20の位置を制御した状態でショット領域32上に露光を行うことができる。

【0051】なお、位相検出系15を使用したヘテロダイン干渉法による位相検出については、特開平2-283011号公報にも開示されている。また、上述のようにビート信号SCを用いる代わりに、0次光と±2次回折光との干渉光の光電変換信号であるビート信号SA及びSBの包絡線信号SAE及びSBEの和信号に基づいて、回折格子マーク19Xの粗い位置を求めた後、ビート信号SA又はSBの参照信号SRに対する位相ずれから回折格子マーク19Xの正確な位置を求めてもよい。これにより、LSA方式のアライメント系を使用することなく、プリアライメントを行うことができる。

【0052】次に、上述の図4に示すように回折格子マーク19Xを走査してX方向の各測定点でビート信号SCの包絡線の振幅（レベル）を求める場合、各測定点について少なくともビート信号SCの一周期の時間だけサンプリングを行う必要がある。そのため、計測点の個数が多いと、回折格子マーク19Xを1回X方向に走査するだけでかなりの時間を要し、アライメントに要する時間が長くなり、露光工程のスループットが低下する傾向がある。そこで、以下では、ビート信号の包絡線の中央

の座標を高速に求める方法につき説明する。
【0053】まず、第1の方法として、図5に示すビート信号SCの包絡線信号SCEのスロープ部の勾配から回折格子マーク19Xの中心の座標を求める方法につき説明する。図6はそのビート信号SCの包絡線信号SC*

$$x_C = \frac{x_B + x_E}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ x_{B_2} + \frac{x_{B_2} - x_{B_1}}{AB_2 - AB_1} (A_{th} - AB_2) + x_{E_1} + \frac{x_{E_2} - x_{E_1}}{AE_2 - AE_1} (A_{th} - AE_2) \right\}$$

【0059】これがX座標となるようにウエハステージ20を駆動した後、ビート信号SCの位相を計測し、当初設定した位相に合致するようにウエハステージ20を駆動してファインのアライメントを行う。この場合には、図6の包絡線信号SCEのスロープ38及び39の長さは、ウエハ上に照射される2光束の照射領域又は回折格子マーク19Xの長さの内の短い方と同じ程度になる。これに関して、ヘテロダイン干渉法を利用したアライメント系では平均化による精度向上のため、図4

(a)において、それら2光束の干渉縞の波形37のビ

*Eを示し、この図6において、横軸はウエハステージ20のX座標であるが、本実施例では回折格子マーク19XをX方向にほぼ一定速度で走査しているため、横軸を時間tともみなすことができる。図6において、包絡線信号SCEが次第に増加する側のスロープ38上の2つの計測点38a及び38b（これらの計測されたX座標をそれぞれ x_{B_1} 及び x_{B_2} とする）での、包絡線信号SCEのレベル（振幅） AB_1 及び AB_2 を図1の包絡線検出系26で計測する。同様に信号が次第に減少するスロープ39上の2つの計測点39a及び39b（これらの計測されたX座標をそれぞれ x_{E_1} 及び x_{E_2} とする）での包絡線信号SCEのレベル AE_1 及び AE_2 を計測する。

【0054】これら計測点のX座標及びレベルの計測値から、それぞれのスロープ38及び39を表す式を求めることができる。そして、包絡線信号SCEのレベル（振幅）の閾値 A_{th} を定め、それぞれのスロープ38及び39が閾値 A_{th} を横切るときのX座標をそれぞれ x_B 及び x_E とすると、次のような式で表される。

【0055】

【数9】

$$x_B = x_{B_2} + \frac{x_{B_2} - x_{B_1}}{AB_2 - AB_1} (A_{th} - AB_2)$$

【0056】

【数10】

$$x_E = x_{E_1} + \frac{x_{E_2} - x_{E_1}}{AE_2 - AE_1} (A_{th} - AE_2)$$

【0057】回折格子マーク19XのX方向の中心と光束の照射領域の中心とが一致しているときのウエハステージ20のX座標 x_C は、それらの座標 x_B と x_E との中点と見なすことができ、そのX座標 x_C を、ラフアライメントにより決定される回折格子マーク19XのX座標とみなす。そのX座標 x_C は次のように表される。

【0058】

【数11】

ッチ（例えば $8\mu m$ ）に対して照射領域35Xの長さは10倍程度（例えば $80\mu m$ ）以上として、回折格子マーク19Xの長さは照射領域35Xの長さ以上（例えば $100\mu m$ ）に設定してあることが多い。従って、図6のスロープ38及び39は十分な長さがあると考えられ、ウエハステージ20上に機械的な精度（数 $10\mu m$ ）で載置されたウエハのサーチを行うことができる。

【0060】次に、図6のように包絡線信号のスロープの勾配を計測する手法では、スロープがX座標に関してほぼ線形に変化することを前提としている。そのため、

例えば特開平3-9204号公報や特開平4-133309号公報で開示されているように、回折格子マークに照射される光束の断面形状のX方向の両端部が半円形であると、そのスロープは必ずしも直線とはならないので、上記のようにスロープを直線で近似してラフアライメントを行うと誤差が大きくなる。そして、場合によっては、回折格子マーク19XのピッチPの $\pm 1/2$ 以上のずれが生じてしまい、ラフアライメントが失敗する可能性が高くなる。

【0061】そこで第2の方法として、図1の包絡線検出系26内のA/D変換器29A~29Cにおけるサンプリングレートを高く設定し、ウエハステージ20を高速に走査した上で図6の包絡線信号SCE等を全部粗位置検出系23Bに取り込み、演算処理によって回折格子マーク19Xの中心のX座標を算出してもよい。ところで、例えば図4(a)に示すように、ヘテロダイン干渉法ではウエハ上の照射領域35X中の干渉縞も流れているため、ウエハステージ20のX軸に沿った走査方向により、ビート信号SA~SCのビート周波数には高くなる場合と低くなる場合とがある。例えば、干渉縞の流れる方向と回折格子マーク19Xの走査方向とが逆である場合のビート信号SCをビート信号SC(+)とすると、図7(a)に示すように、ビート信号SC(+)は本来のビート信号SCより高周波数になる。

【0062】一方、干渉縞の流れる方向と回折格子マーク19Xの走査方向とが同じである場合のビート信号SCをビート信号SC(-)とすると、図7(b)に示すように、ビート信号SC(-)は本来のビート信号SCより低周波数になる。図7(a)及び(b)のときのビート信号SC(+)及びSC(-)の周波数を ν_+ 及び ν_- とすると、AOM4A及び4Bの変調周波数の差 $\Delta f (= f_1 - f_2)$ と、ウエハステージ20の走査速度 v と、回折格子マーク19XのピッチPとにより、それら周波数は次式のように表される。

【0063】

$$[\text{数}12] \quad \nu_+ = \Delta f \pm v/P, \quad \nu_- = \Delta f \pm v/P$$

これより、図1における包絡線検出系26中のローパスフィルタ回路28A~28Cにおいては、カットオフ周波数は $(\Delta f - v/P)$ より小さくする必要があり、更に $(1/2)(\Delta f - v/P)$ より小さくすることが望ましい。ところが、あまりカットオフ周波数を小さくすると、ビート信号の包絡線(振幅の変化)に対しても応答しなくなってしまうので、2光束の照射領域35X又は回折格子マーク19Xの長さの内、短いほうの長さをRとしてカットオフ周波数は $2v/R$ より小さくすることはできない。

【0064】図7(a)又は(b)のビート信号をACカップリング回路27Cを介してローパスフィルタ回路28Cに供給すると、何れの場合でも図8に示すような包絡線信号SCEが得られる。そこで、この信号SCE

が所定の閾値 Ath' を横切るときのX座標 xB' 及び xE' を求め、これらの中点の座標にウエハステージ20を駆動することにより、ラフアライメントが終了する。この場合、閾値 Ath' を信号のピーク値 AP' に対して一定の係数 α をかけた値(即ち、 $\alpha \cdot AP'$)とすることにより、ウエハの表面の状態(例えばフォトリソ膜による干渉)等の原因により信号強度が変化した場合にも、必ず閾値 Ath' を横切る点があり、そのときの2光束の照射領域と回折格子マーク19Xとの相対位置関係が一定であるため、良好なラフアライメントができる。このときの係数 α は、信号のノイズ成分の影響を避けるため0.5~0.7程度の値が望ましい。

【0065】更に良好なラフアライメントを行うには、ビート信号の周波数が高くなる方向にウエハステージ20を走査することが望ましい。この場合には、ビート信号の周期が短いため、より忠実に包絡線を得ることができ、所定の閾値を横切る座標をより正確に求めることができ、より高精度にラフアライメントを行える。

【0066】また、図1において、光電検出器25A~25Cからのビート信号SA~SCは直流成分を通過させないようなACカップリング(交流結合)回路27A~27Cを介してローパスフィルタ回路28A~28Cに導かれている。この場合には、交流結合はハイパスフィルタとして働き、例えば図9(a)に示すビート信号SCが、ACカップリング回路27Cを介して図9(b)に示すような交流信号SC1となる。ACカップリング回路27A~27Cの出力側には、整流回路が入っているため、ローパスフィルタ回路28Cには交流信号SC1の正側(又は更に負側を正側に折り返した信号)が供給され、ローパスフィルタ回路28Cからは、図9(c)に示すようにビート信号SCの包絡線信号SC2が得られる。

【0067】次に、図2に戻り、ショット領域32のY方向へのアライメントを行うには、Y軸用のアライメント装置からショット領域32の近傍の照射領域35Yに照射された2光束に対して、ウエハステージ20を介してY軸の回折格子マーク19Yを走査し、得られたビート信号に基づいて回折格子マーク19Yの位置を検出すればよい。

【0068】なお、例えば照射領域35Xに対して回折格子マーク19XのY方向のほぼ中心を走査するため、例えば回折格子マーク19XのY方向の近傍の照射領域36Xに2光束を照射し、その照射領域36Xに対してY方向に回折格子マーク19Xを走査してもよい。この場合にも、図10に示すように、回折格子マーク19XのY座標に対して台形状に変化するビート信号SCが得られるため、その包絡線SCEを検出してその中心座標 yC を検出することにより、回折格子マーク19XのY方向の中心の座標が検出できる。また、このように回折格子マーク19Xを照射領域36Xに対してY方向

に走査する場合には、得られるビート信号SCの周波数はウエハステージ20の走査速度には依らず一定（即ち2つのAOM4A及び4Bの駆動周波数の差に等しい）である。

【0069】更に、上述実施例においてより良好なラフアライメントを行うためには、アライメントマークとしての回折格子マーク19X上のフォトレジストの塗布むら（厚さむら）の影響をできるだけ少なくする必要がある。そのため、図11（a）に示すように回折格子マーク19Xの周囲にこの回折格子マークとほぼ同じピッチの四角の枠状の保護格子40Xを設け周囲のパターンによるフォトレジストの塗布むらの影響を少なくすることが望ましい。この場合には、回折格子マーク19Xの周囲には少なくとも照射されるアライメントビームの大きさ程度の格子のない空間が必要となる。図11（a）のようなパターンを使用すると、得られる包絡線信号SCEは図11（b）のような3つのピークを有する信号となるので、本来の回折格子マーク19Xを認識する必要がある。そのためには、例えばソフトウエア的に必ず中央のピークSCE2を探すようにすればよい。または、保護格子40Xの幅をアライメントビームの幅より短くすることにより、保護格子40Xに対応する信号のピークSCE1及びSCE3を小さく抑えるようにしてもよい。これにより正しい回折格子マーク19Xに対してラフアライメントが正確に実行される。

【0070】次に、上述実施例ではビート信号をA/D変換して粗位置検出系23Bに取り込んでいるが、アナログ信号のままで回折格子マーク19Xの中心での座標を求めるようにしてもよい。また、上述実施例ではヘテロダインビームとして単色の光束が使用されているが、特願平4-187198号や特願平5-131736号に開示されているような多色のヘテロダインビームを用いることも可能であり、これにより、ウエハ上のフォトレジスト膜による干渉の影響が低減され、ラフアライメントからファインのアライメントまでを良好に行うことができる。

【0071】更に本発明は、投影光学系を通して位置検出をするTTL（スルー・ザ・レンズ）方式や、TTR（スルー・サ・レチクル）方式の位置検出系に適用できるのは言うまでもない。このように本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば、2光束ヘテロダイン干渉方式を使用した場合に、回折格子状マークから同一方向に発生する少なくとも1対の光束を光電変換して得られるビート信号の包絡線を検出し、この包絡線が所定の閾値レベルとなる位置に基づいて回折格子状マークの粗い位置を検出しているため、LSA方式のアライメント系では位置検出が困難なウエハに対しても、簡略且つ廉

価な構成で高精度に位置合わせを行うことができる。

【0073】また、更に位相検出手段を設け、粗位置検出手段の出力を用いてラフアライメントを行い、位相検出手段の出力を用いてファインのアライメントを行うことにより、広いサーチ範囲で且つ高精度に位置合わせを行うことができる。この場合、ラフな位置合わせ時とファインな位置合わせ時とで光学系の切り換えや機構部の切り換え等を行う必要がなく、ラフな位置計測終了後にはファインの位置合わせ時のごく近傍に回折格子状マークがあるため、被検物を移動させる相対走査手段の移動量が少なく、露光装置に適用した場合の露光工程のスループットが向上する利点もある。

【0074】また、回折格子状マークからの回折光として、±1次回折光の他に0次光と2次光との干渉光を使用するようにした場合には、回折格子状マークの段差等によらず安定に位置合わせを行うことができる。更に、相対走査手段による移動方向が、回折格子状マークの計測方向である場合には、その計測方向の回折格子状マークの位置を高精度に検出できる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による位置合わせ装置が適用された露光装置の要部を示す構成図である。

【図2】図1のウエハ18上のショット領域と回折格子マーク19X及び19Yとの位置関係を示す拡大平面図である。

【図3】図1の対物レンズ17の近傍を示す拡大図である。

【図4】ウエハ上の光束の照射領域35Xに対して回折格子マーク19Xが走査される様子を示す図である。

30 【図5】図4の場合に得られるビート信号SCを示す波形図である。

【図6】ビート信号SCの包絡線信号SCEのスロープの勾配から、包絡線信号SCEの中点の座標を求める方法の説明図である。

【図7】ウエハ上の干渉縞が流れる方向に対してウエハステージ20の走査方向が逆の場合と同一の場合とで得られるビート信号の周波数が変化する様子を示す波形図である。

40 【図8】ビート信号の包絡線信号SCEからその中点の座標を求める方法の別の例の説明図である。

【図9】ACカップリングを用いた場合のビート信号の波形の変化を示す波形図である。

【図10】ウエハ上の光束の照射領域に対して回折格子マーク19XをY方向に走査した場合に得られるビート信号SCを示す波形図である。

【図11】（a）は回折格子マークの周囲に保護格子を設けた状態を示す拡大平面図、（b）は図11（a）のマークより得られるビート信号の包絡線信号を示す波形図である。

50 【図12】従来のLSA方式のアライメント系による位

19

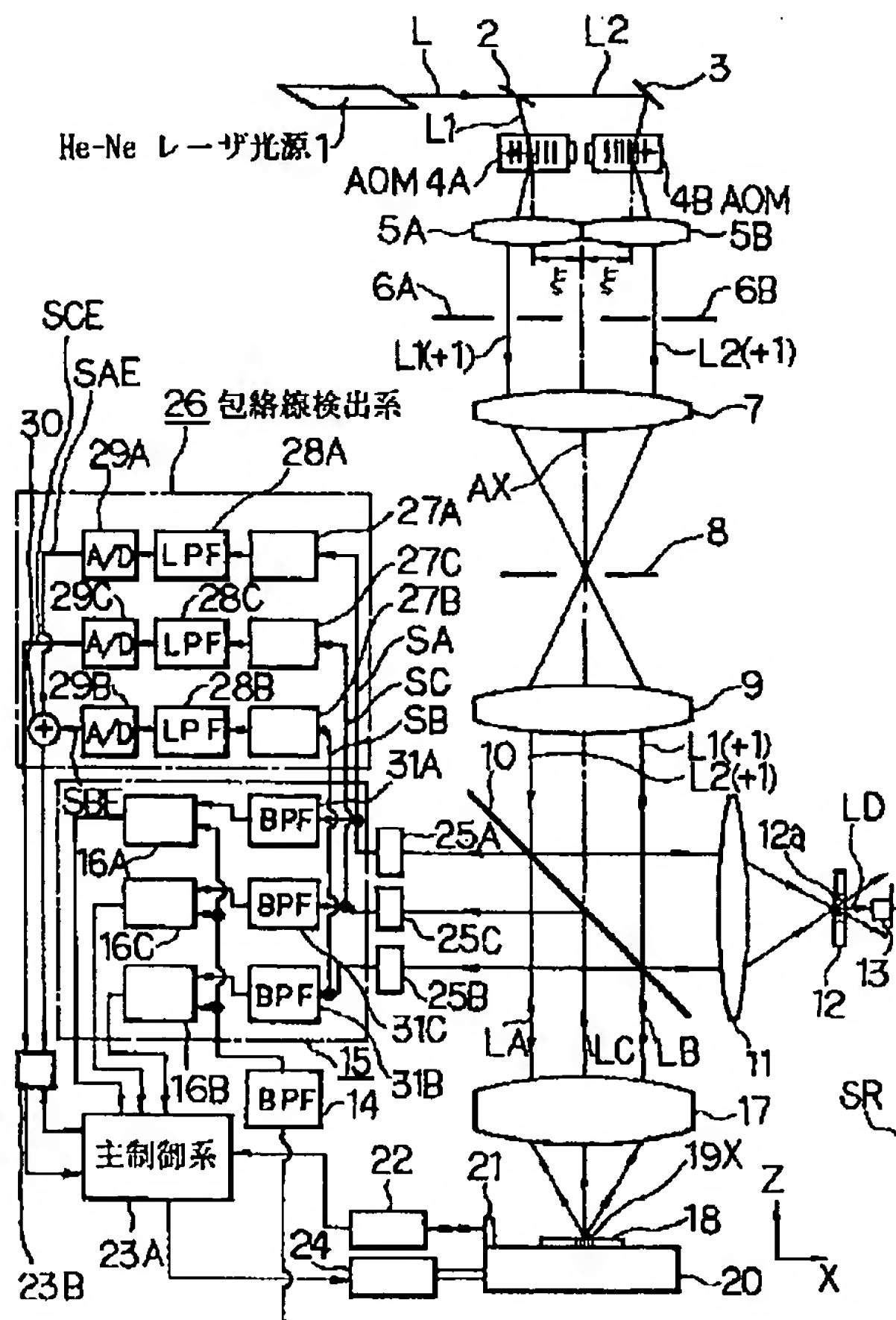
置検出方法の説明図である。

【図13】従来の2光束ヘテロダイン干渉方式のアライメント系による位置検出方法の説明図である。

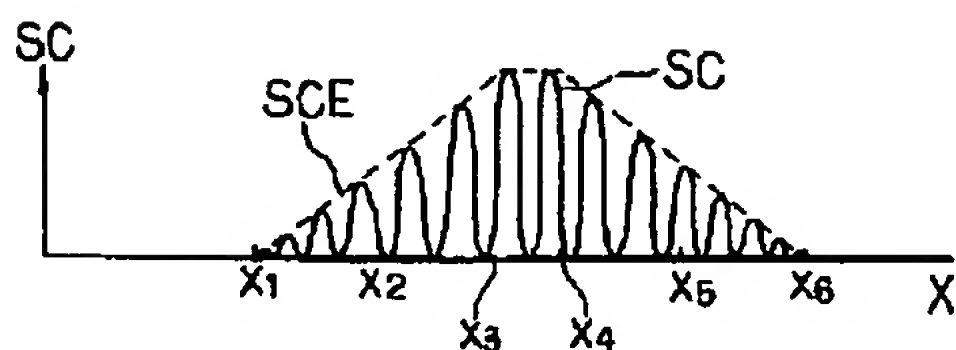
【符号の説明】

- 1 He-Neレーザ光源
- 4A, 4B 音響光学変調素子
- 5A, 5B リレーレンズ
- 6A, 6B 空間フィルタ
- 7 共通リレーレンズ
- 8 視野絞り
- 9 第2対物レンズ
- 10 送受光分離プリズム

【図1】



【図5】



20

- 13, 25A~25C 光電検出器

- 15 位相検出系

- 16A~16C 位相比較器

- 17 第1対物レンズ

- 18 ウエハ

- 19X 回折格子マーク

- 20 ウエハステージ

- 22 レーザ干渉計

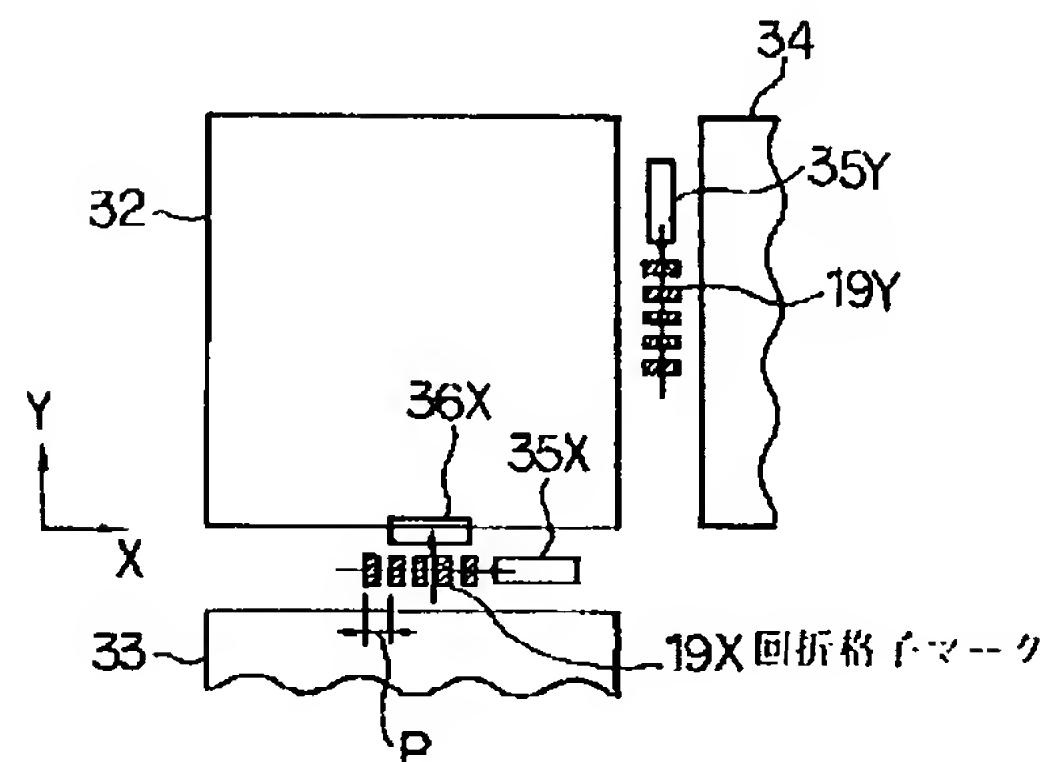
- 23A 主制御系

- 23B 粗位置検出系

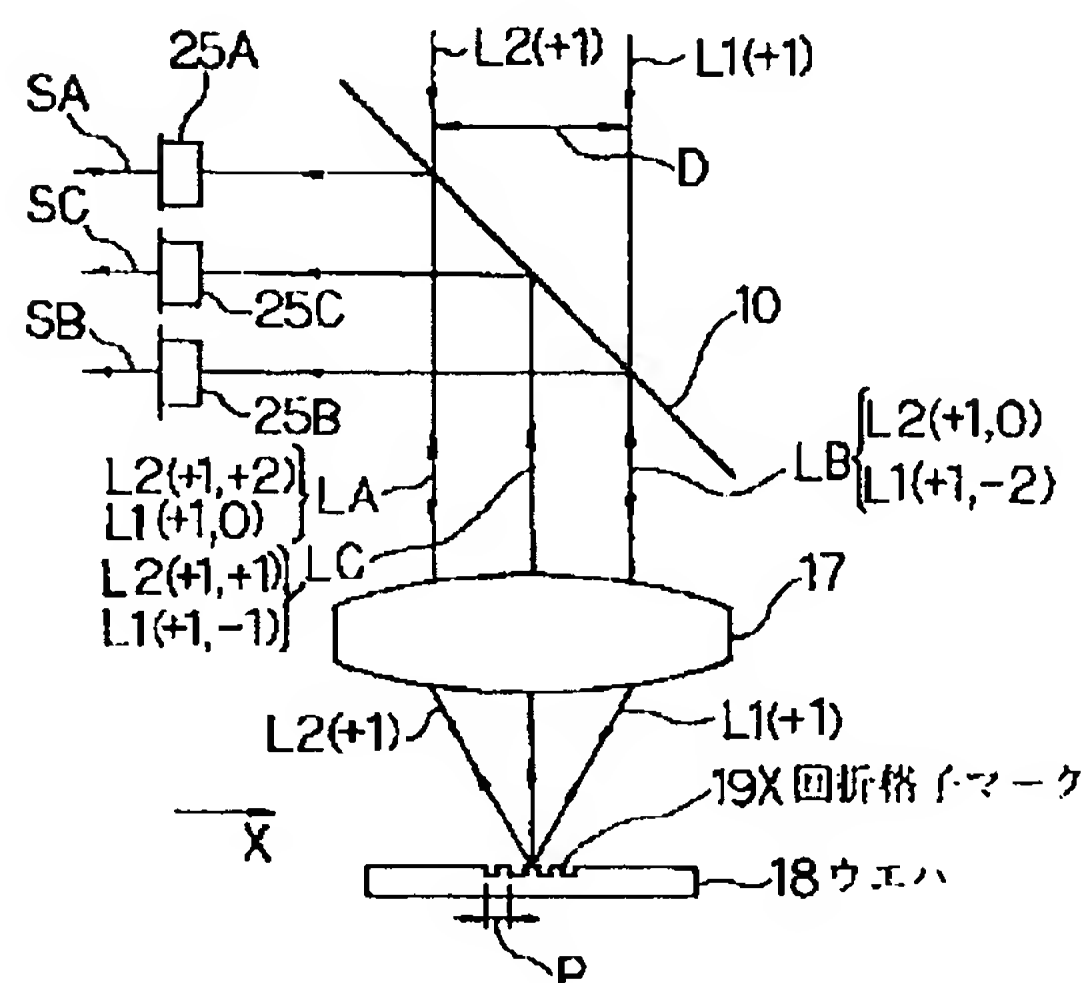
- 26 包絡線検出系

- 27A~27C ACカップリング回路

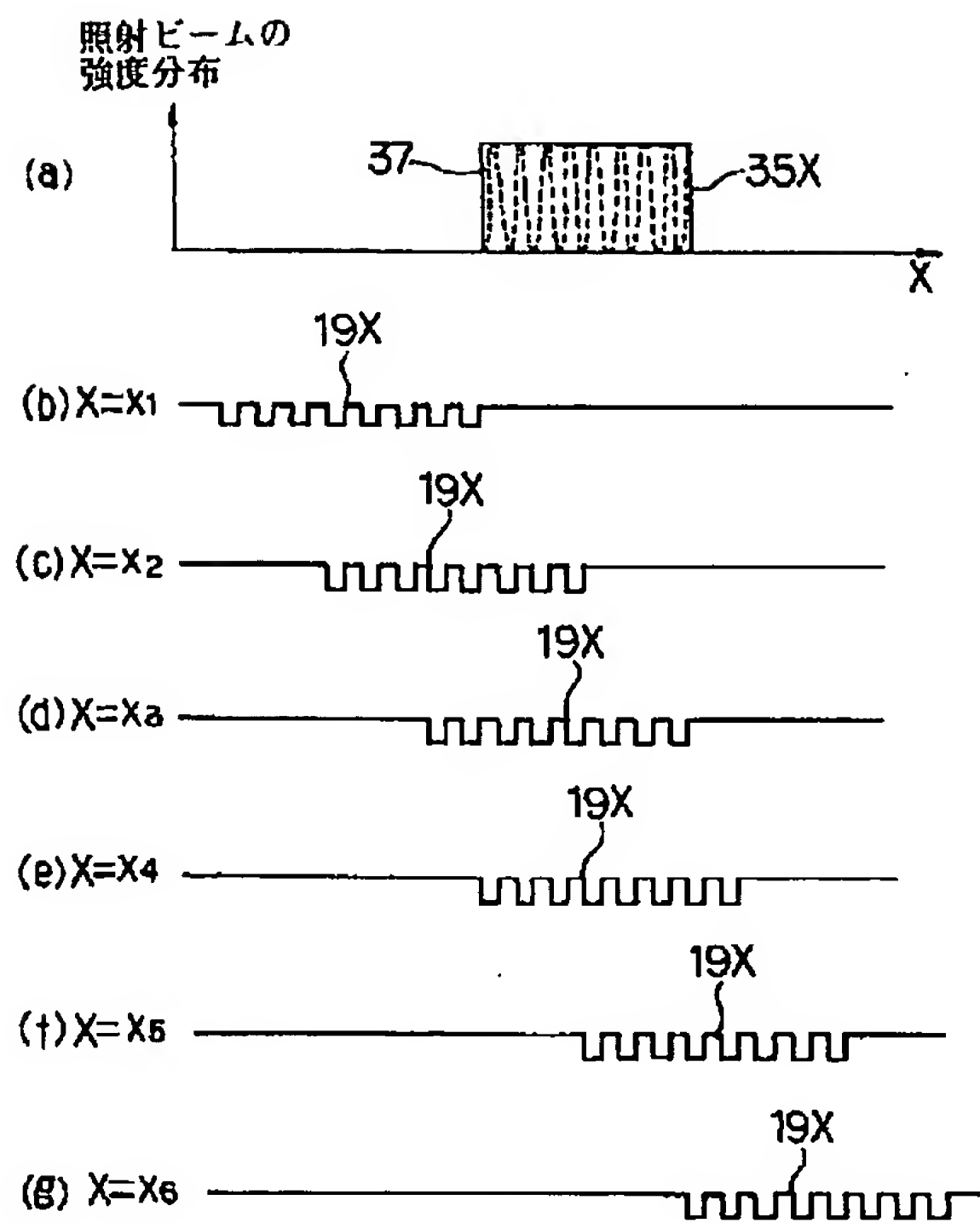
【図2】



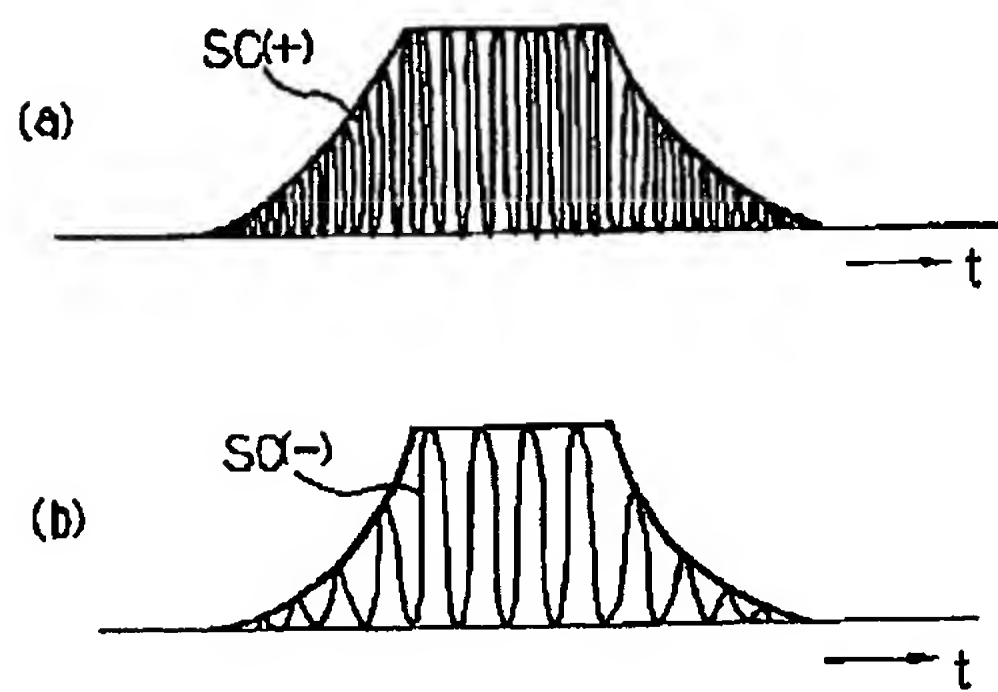
【図3】



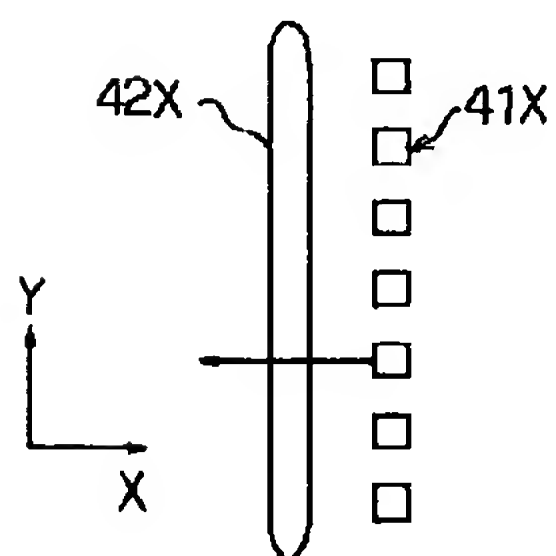
【図4】



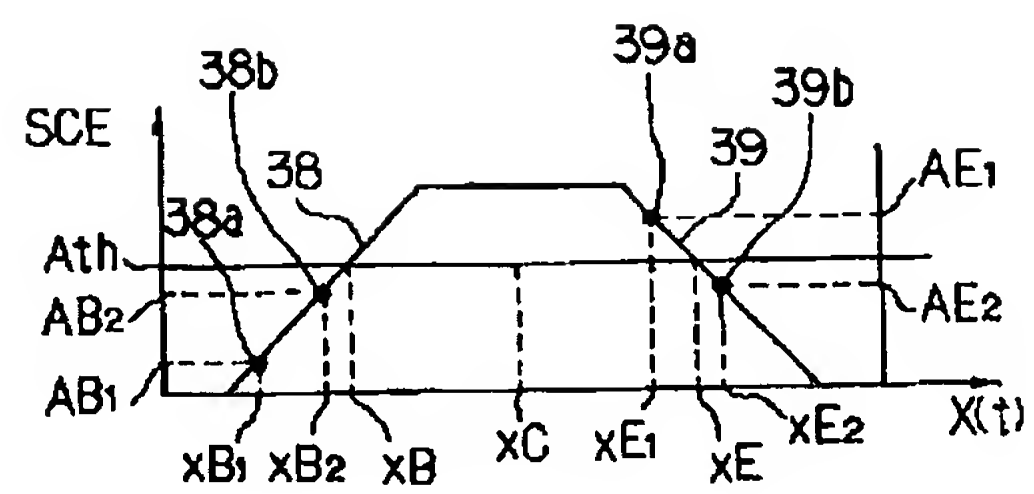
【図7】



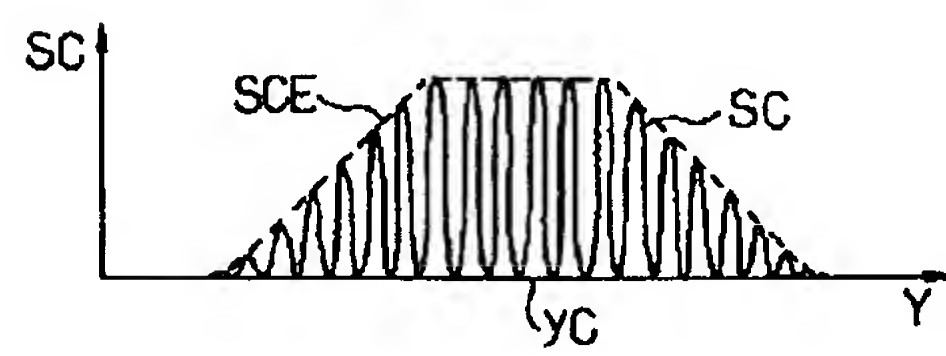
【図12】



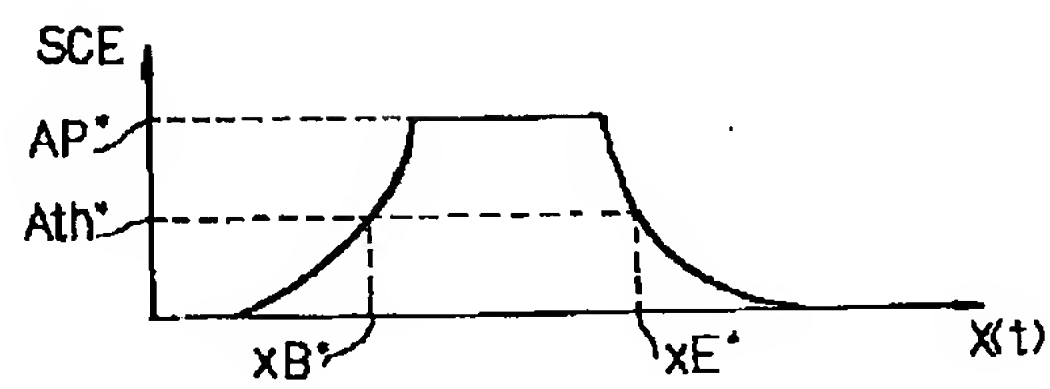
【図6】



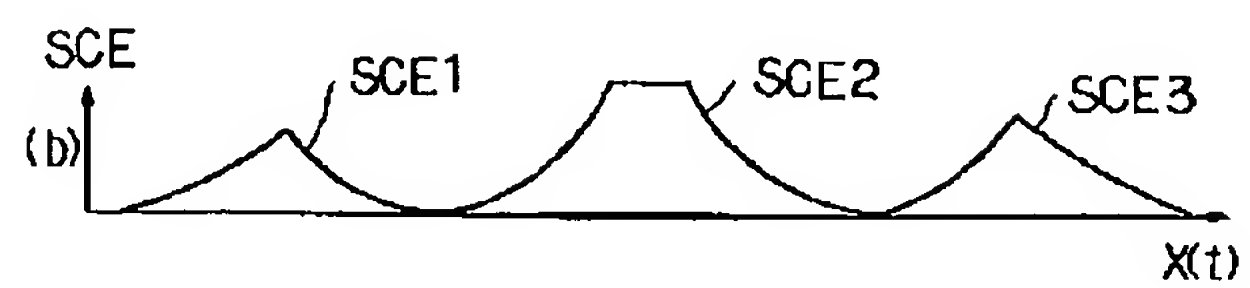
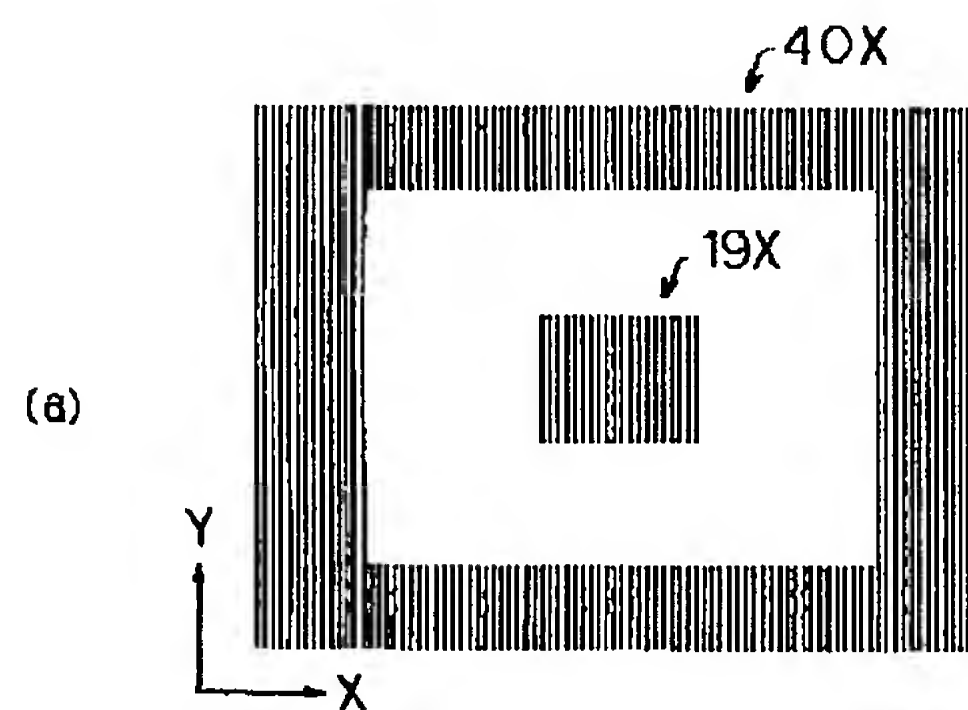
【図10】



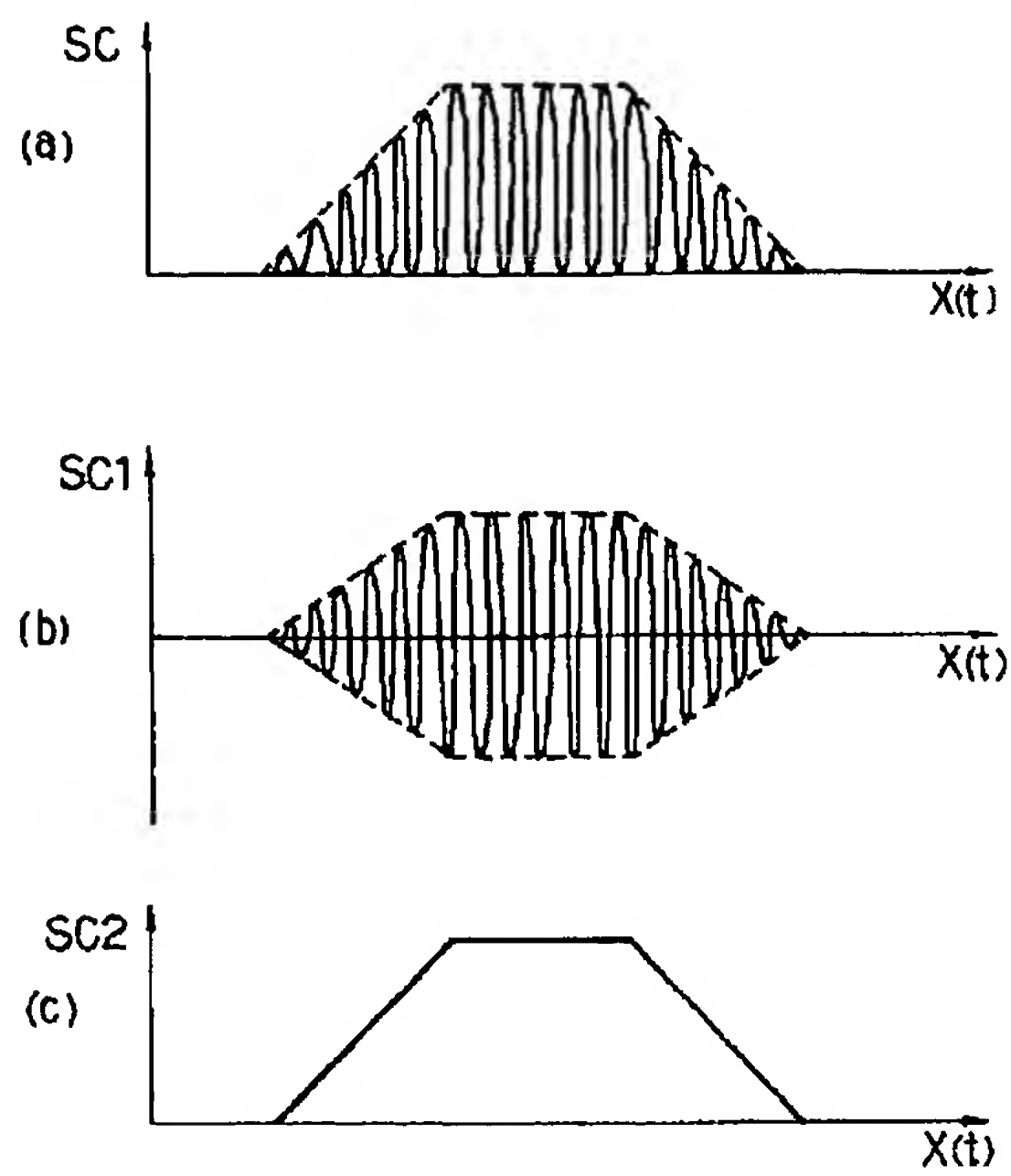
【図8】



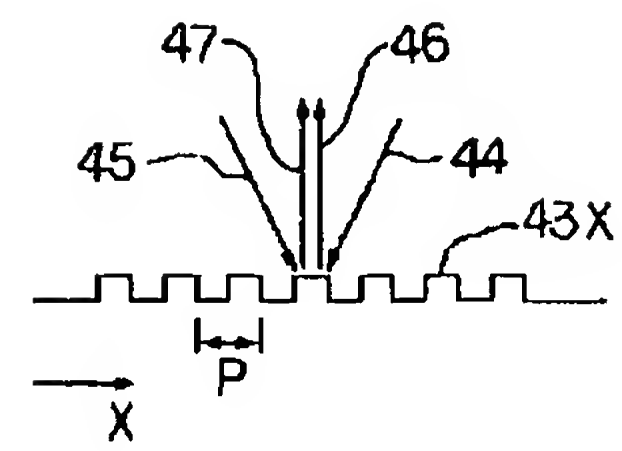
【図11】



【図9】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

H01L 21/027

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

7352-4M

H01L 21/30

525 M